

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

日 本 国 特 許 庁

21.06.00

JP 00/4076

EUV

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 9月10日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第256686号

出 願 人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

REC'D 11 AUG 2000

WIPO PCT

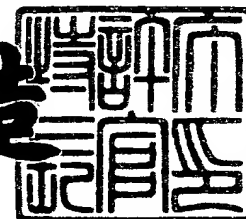
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 7月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3058515

【書類名】 特許願

【整理番号】 R3247

【提出日】 平成11年 9月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 13/18

G01B 5/20

G11B 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山形 道弘

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 田中 康弘

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 笹埜 智彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095555

【弁理士】

【氏名又は名称】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6361-9334

【選任した代理人】

【識別番号】 100076576

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 公博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012162

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003743

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 単レンズ、金型、金型の加工方法、形状計測装置及び単レンズを用いた光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス製の単レンズであって、前記単レンズの少なくとも1つの面が、光軸を中心とする同心円により少なくとも3つの領域に分割され、前記3つの領域のうち、光軸を含む第1の領域と、レンズの最も外部にある第2の領域が回転対称非球面であって、前記第1及び第2の領域に挟まれる第3の領域が光軸を回転中心軸とするトーリック面であることを特徴とする単レンズ。

【請求項2】 前記トーリック面である第3の領域は、前記第2の領域と接し、前記第1の領域とは交わることを特徴とする請求項1に記載の単レンズ。

【請求項3】 前記第1及び第2の領域の非球面係数が異なることを特徴とする請求項1に記載の単レンズ。

【請求項4】 レンズの中心曲率半径の大きい側に前記トーリック面を設けたことを特徴とする請求項1に記載の単レンズ。

【請求項5】 前記第3の領域が、下記式を満たす半径Rの円弧を光軸を中心に回転させてできるトーリック面であることを特徴とする請求項1に記載の単レンズ。

【数1】

$$0.7\text{ mm} < R < 2.5\text{ mm} \quad \dots (1)$$

【請求項6】 前記第3の領域が、下記式を満たす半径Rの円弧を光軸を中心に回転させてできるトーリック面であることを特徴とする請求項1に記載の単レンズ。

【数2】

$$1.6\text{ mm} < R < 2.1\text{ mm} \quad \dots (2)$$

【請求項7】 前記第3の領域の幅wが下記を満たすことを特徴とする請求項1に記載の単レンズ。

【数3】

$$0.02\text{ mm} < w < 0.04\text{ mm} \quad \dots (3)$$

【請求項 8】 超硬合金を研削加工して製造したレンズ成型用の金型であって、レンズ面が光軸を中心とする同心円により少なくとも 3 つの領域に分割され、前記 3 つの領域のうち光軸を含む第 1 の領域と最も外側の第 3 の領域は回転対称非球面であって、前記第 1 及び第 2 の領域に挟まれる第 3 の領域が光軸を回転中心軸とするトーリック面であることを特徴とするレンズ成型用金型。

【請求項 9】 前記光軸を回転中心とするトーリック面の曲率半径  $R$  が下記式を満足することを特徴とする請求項 8 に記載のレンズ成型用金型。

【数 4】

$$0.7 \text{ mm} < R < 2.5 \text{ mm} \quad \cdots (4)$$

【請求項 10】 前記光軸を回転中心とするトーリック面の曲率半径  $R$  が下記式を満足することを特徴とする請求項 8 に記載のレンズ成型用金型。

【数 5】

$$1.6 \text{ mm} < R < 2.1 \text{ mm} \quad \cdots (5)$$

【請求項 11】 レンズ面が光軸を中心とする同心円により少なくとも 3 つの領域に分割され、前記 3 つの領域のうち光軸を含む第 1 の領域と最も外側の第 3 の領域は回転対称非球面であって、前記第 1 及び第 2 の領域に挟まれる第 3 の領域が光軸を回転中心軸とするトーリック面であるレンズ成型用金型をダイヤモンド砥石を用いて研削加工によって加工する加工方法であって、加工に用いるダイヤモンド砥石の半径は前記トーリック面の曲率半径と同一かこれより小さいことを特徴とするレンズ成型用金型の加工方法。

【請求項 12】 前記ダイヤモンド砥石の半径  $R$  が下記式を満足することを特徴とする請求項 11 に記載のレンズ成型用金型の加工方法。

【数 6】

$$0.7 \text{ mm} < R < 2.5 \text{ mm} \quad \cdots (6)$$

【請求項 13】 前記ダイヤモンド砥石の半径  $R$  が下記式を満足することを特徴とする請求項 11 に記載のレンズ成型用金型の加工方法。

【数 7】

$$1.6 \text{ mm} < R < 2.1 \text{ mm} \quad \cdots (7)$$

【請求項 14】 少なくとも、精密ステージと、前記精密ステージの制御装置

と、測長手段と、設計形状データの入力手段と、設計形状データと測定値との差を出力する手段とを有する形状計測装置であって、前記設計形状データとして光軸中心から半径 $h_1$ 未満の領域は第1の回転対称非球面を、半径 $h_2$ 以上の領域は第2の回転対称非球面を、半径 $h_1$ から $h_2$ の間は光軸を回転対称軸とするトーリック面を用いることを特徴とする形状計測装置。

【請求項15】 少なくとも、第1の波長の光を射出する第1のレーザ光源と、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を射出する第2のレーザ光源と、前記第1及び第2の光源からの射出光束を情報記録媒体に集光する集光手段と、前記情報記録媒体からの反射光のうち、第1の波長の光を受光するための第1の受光手段と、第2の波長の光を受光するための第2の受光手段とを有する光ピックアップ装置であって、前記集光手段として請求項1から請求項7のいずれかに記載の単レンズを用いたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク装置に用いる対物レンズ、特に、厚みの異なる情報記録媒体の再生を行う光ヘッド用に適した対物レンズ、及び前記対物レンズを成形するための金型に関する。

【0002】

【従来の技術】

DVD（デジタルバーサタイルディスク）は高密度記録を達成するためにディスク媒体の厚みが0.6mmと、従来のCD（コンパクトディスク）が1.2mmであるのに比べて薄い規格となっている。その為、DVD用に最適設計したレンズでCDを再生しようとした場合には、ディスク厚みの違いにより球面収差が発生し、結果として情報の読み出しができなくなる。1台のドライブ装置で厚みの異なる光ディスクを読みとるためには、1.2mm厚用と0.6mm厚用の対物レンズの両方を取り付けた光ピックアップとすればよいが、レンズの切り替え機構が必要となるため、光ピックアップの構成が複雑となり小型化、低コスト化が困難となる。



## 【0003】

1つのレンズで厚みの異なる光ディスクを再生する方法として、レンズを光軸を中心とした同心円状の領域に分割する方法が提案されている。中でも、レンズ面を2つに分割し、内周部をCDに適した設計とし、外周部をDVDに適した設計とし、その2つの領域の接続部を段差を設けて接続するいわゆる2ゾーン分割型のレンズが提案されている（例えば特開平9-184975号公報、特開平10-55564号公報）。

## 【0004】

また、そういった段差のあるレンズを成形するための金型は、段差部を精度よく加工するためにダイヤモンドバイトを用いた切削加工によって製造されていた。

## 【0005】

また、加工した金型を計測評価するための表面形状計測装置は、測定値を評価する基準となる設計形状データとして回転対称非球面を用いている。2ゾーン分割型のレンズを計測する場合には、内周部と外周部を分けてそれぞれ別に計測したり、内周部と外周部の形状を20次程度の高次の非球面係数を用いてフィッティングして形状を表現し、測定値をこれと比較したりしていた。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

前述の2ゾーン型対物レンズは内周非球面と外周非球面との接続部に段差を与えてあり、この段差は設計上では光軸と略平行に設けることが理想とされる。しかしながら、実際の加工では段差を加工可能な程度になませる必要がある。特開平9-184975号公報では、段差部分を滑らかに接続する形状が開示されているが、内周非球面と外周非球面をほぼ均等になませた形状であって、バイトを用いた切削加工でないと加工できない形状である。ここで、バイト切削加工においては加工できる金属材料に制約があり、切削性に優れた比較的柔らかい金属でないと満足な加工精度が得られない。一方で、ガラス材料を用いてレンズをプレス成形するためには高温高压成形が必要であり、金型としては超硬合金（WCを主成分とする焼結体）などのような高硬度の金属材料を用いることが好まし

い。しかしながら、超硬合金はバイト切削加工で加工できない。つまり、これまでに提案されてきた2ゾーン型の対物レンズは実質上樹脂成形を前提とした形状であり、ガラス材料を用いて成形する場合には金型の加工が困難となるものばかりであった。

【0007】

また、樹脂材料を用いたレンズは温度変化による屈折率変化が大きい。そのため、たとえば車載用などのような広い温度範囲での動作を保証する必要があるような光ピックアップでは一般にガラス製のレンズを用いていた。ところが上述のように、2ゾーン型のDVD/CD互換レンズは樹脂成形を前提とした設計がなされており、温度特性が著しく悪くなってしまうという課題があった。

【0008】

また、レンズ成型用の金型を計測評価する形状計測装置は、計測した形状とあらかじめ保存した設計形状とを比較して加工誤差を計算するが、設計形状としては、回転対称非球面などのような形状しか入力することが出来なかった。2ゾーン型のレンズを内周部と外周部とに分けて計測する方法は、レンズ全域を一度に計測する方法ではないため形状誤差を正確に知ることが出来ないという課題があった。また、レンズ全体の形状を高次の非球面係数を用いてフィッティングして1つの非球面として表現して、この非球面形状を設計形状として計測する方法では、段差の前後でフィッティング誤差が発生するため、十分な計測精度が得られないという課題があった。

【0009】

本発明は上記課題に鑑みてなされてもので、本発明の目的は、ガラス材料を用いた生産性に優れる2ゾーン分割型の対物レンズを提供することにある。また、本発明の他の目的は、ガラス材料の成形に耐える超硬合金を用いた2ゾーンレンズ用の金型及びその加工方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、2ゾーンレンズ用金型を正確に形状評価する形状計測装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、温度特性に優れたDVDとCDの互換再生光ピックアップ装置を提供することにある。

【0010】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の目的を達成するために以下の構成とする。

## 【0011】

本発明に係る単レンズは、ガラス製の単レンズであって、前記単レンズの少なくとも1つの面が、光軸を中心とする同心円により少なくとも3つの領域に分割され、前記3つの領域のうち、光軸を含む第1の領域と、レンズの最も外部にある第2の領域が回転対称非球面であって、前記第1及び第2の領域に挟まれる第3の領域が光軸を回転中心軸とするトーリック面であることを特徴とする。

## 【0012】

上記の構成において、前記トーリック面である第3の領域は、前記第2の領域と接し、前記第1の領域とは交わることが好ましい。

## 【0013】

また、上記の構成において、前記第1及び第2の領域の非球面係数が異なることが好ましい。

## 【0014】

また、上記の構成において、レンズの中心曲率半径の大きい側に前記トーリック面を設けることが好ましい。

## 【0015】

また、上記の構成において、前記第3の領域が、下記式を満たす半径Rの円弧を光軸を中心に回転させてできるトーリック面であることが好ましい。

## 【0016】

## 【数8】

$$0.7 \text{ mm} < R < 2.5 \text{ mm} \quad \cdots (1)$$

## 【0017】

更に、前記半径Rが下記式を満足することがより好ましい。

## 【0018】

## 【数9】

$$1.6 \text{ mm} < R < 2.1 \text{ mm} \quad \cdots (2)$$

## 【0019】

また、上記の構成において、前記第3の領域の幅 $w$ が下記を満たすことが好ましい。

【0020】

【数10】

$$0.02\text{ mm} < w < 0.04\text{ mm} \quad \dots (3)$$

【0021】

また、本発明に係るレンズ成型用金型は、超硬合金を研削加工して製造したレンズ成型用の金型であって、レンズ面が光軸を中心とする同心円により少なくとも3つの領域に分割され、前記3つの領域のうち光軸を含む第1の領域と最も外側の第3の領域は回転対称非球面であって、前記第1及び第2の領域に挟まれる第3の領域が光軸を回転中心軸とするトーリック面であることを特徴とする。

【0022】

上記の構成において、前記光軸を回転中心とするトーリック面の曲率半径 $R$ が下記式を満足することが好ましい。

【0023】

【数11】

$$0.7\text{ mm} < R < 2.5\text{ mm} \quad \dots (4)$$

【0024】

更に、前記曲率半径 $R$ が下記式を満足することがより好ましい。

【0025】

【数12】

$$1.6\text{ mm} < R < 2.1\text{ mm} \quad \dots (5)$$

【0026】

また、本発明に係るレンズ成型用金型の加工方法は、レンズ面が光軸を中心とする同心円により少なくとも3つの領域に分割され、前記3つの領域のうち光軸を含む第1の領域と最も外側の第3の領域は回転対称非球面であって、前記第1及び第2の領域に挟まれる第3の領域が光軸を回転中心軸とするトーリック面であるレンズ成型用金型をダイヤモンド砥石を用いて研削加工によって加工する加工方法であって、加工に用いるダイヤモンド砥石の半径は前記トーリック面の曲

率半径と同一かこれより小さいことを特徴とする。

【0 0 2 7】

上記の構成において、記ダイヤモンド砥石の半径Rが下記式を満足することが好ましい。

【0 0 2 8】

【数 1 3】

$$0.7 \text{ mm} < R < 2.5 \text{ mm} \quad \cdots (6)$$

【0 0 2 9】

更に、前記半径Rが下記式を満足することがより好ましい。

【0 0 3 0】

【数 1 4】

$$1.6 \text{ mm} < R < 2.1 \text{ mm} \quad \cdots (7)$$

【0 0 3 1】

また、本発明に係る形状計測装置は、少なくとも、精密ステージと、前記精密ステージの制御装置と、測長手段と、設計形状データの入力手段と、設計形状データと測定値との差を出力する手段とを有する形状計測装置であって、前記設計形状データとして光軸中心から半径 $h_1$ 未満の領域は第1の回転対称非球面を、

半径 $h_2$ 以上の領域は第2の回転対称非球面を、半径 $h_1$ から $h_2$ の間は光軸を回転対称軸とするトーリック面を用いることを特徴とする。

【0 0 3 2】

また、本発明に係る光ピックアップ装置は、少なくとも、第1の波長の光を射出する第1のレーザ光源と、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を射出する第2のレーザ光源と、前記第1及び第2の光源からの射出光束を情報記録媒体に集光する集光手段と、前記情報記録媒体からの反射光のうち、第1の波長の光を受光するための第1の受光手段と、第2の波長の光を受光するための第2の受光手段とを有する光ピックアップ装置であって、前記集光手段として前記本発明の単レンズを用いたことを特徴とする。

【0 0 3 3】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して具体的に説明する。

【0034】

なお、本発明において非球面とは、半径が近軸曲率半径である球面に偏差を与えた形状をいうものとする。つまり、下記式(8)にて表現出来る形状を指す。なお、光学設計上必要十分な精度(10nm未満の形状誤差)で下記式(8)にて表現することが可能なレンズ形状は、異なる式を用いて設計されていたとしても本発明の非球面に含むものとする。

【0035】

【数15】

$$z = \frac{(1/r)^2 h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(1/r)^2 h^2}} + \sum_j A_j h^j \cdots (8)$$

ここで、

$z$  : サグ

$h$  : 光軸からの高さ

$r$  : 曲率半径

$k$  : 円錐定数

$A_j$  :  $j$  次の非球面係数

【0036】

(第1の実施形態)

図1は本発明の単レンズの概略光路図である。

【0037】

光源からの入射光103は本発明の単レンズ101によって光ディスク媒体102に集光される。

【0038】

レンズ101の光ディスク媒体102側の面は、光軸107を含む第1の非球面領域104と、第2の非球面領域105と、第1及び第2の非球面領域104、105に挟まれた、光軸107を回転対称中心軸とするトーリック面領域10

6とにより構成される。

#### 【0039】

レンズ101の第1及び第2の非球面領域104, 105はCDとDVDを1つのレンズで良好に再生するように設計されている。具体的には、光軸を含む第1の非球面104は波長780nmの光を射出する光源を用いてCDを再生したときに良好に再生できるように設計されており、第2の非球面105は、波長660nmの光を射出する光源を用いてDVDを再生するときに良好に再生できるように設計されている。この第1及び第2の非球面104, 105を後述する不連続の段差を持たせて接続することにより、CDやDVDをそれぞれの波長の光源を用いてレンズ全域で良好に再生できる。

#### 【0040】

図ではレンズ曲率半径の大きい側の面をトーリック面で3領域に分割しているが、これは金型加工用の砥石径の選択の自由度を増やす効果がある。この詳細については次の実施の形態にて説明する。

#### 【0041】

図2は、図1のA部のトーリック面106近傍部分を拡大した半径方向断面図である。

#### 【0042】

トーリック面106は半径Rの円弧を光軸を中心に回転させて得られるトーリック面である。このトーリック面106は、外周部の第2の非球面105と接し、内周部の第1の非球面104と交差するように形成されている。ここで、トーリック面106が第2の非球面105と「接する」とは、半径方向断面においてトーリック面106の表面曲線と第2の非球面105の表面曲線との接続点におけるそれぞれの接線の傾きが一致することをいう。また、トーリック面106が第1の非球面104と「交差する」とは、半径方向断面においてトーリック面106の表面曲線と第1の非球面104の表面曲線との接続点におけるそれぞれの接線の傾きが一致せず、所定の角度で交差することをいう。

#### 【0043】

最終的な設計形状は図の実線のようになる。

【0044】

トーリック面の半径方向の幅（円弧の幅） $w$ は、

【0045】

【数16】

$$0.02\text{ mm} < w < 0.04\text{ mm} \quad \cdots (3)$$

【0046】

であるのが好ましい。ここで、幅 $w$ は、図2に示すように、第1の非球面104とトーリック面106との接続点の光軸からの高さ、第2の非球面105とトーリック面106との接続点の光軸からの高さとの差で定義される。 $w$ が式(3)の下限を超えた場合には、砥石で加工できない形状となり、製造が困難なレンズとなる。また、 $w$ が上限を超えた場合には、実際に得られるレンズ形状と理想的な設計形状との差が大きくなりすぎて、レンズの性能が満足に発揮できない。

【0047】

また、トーリック面106を形成する円弧の半径 $R$ は、

【0048】

【数17】

$$0.7\text{ mm} < R < 2.5\text{ mm} \quad \cdots (1)$$

【0049】

であるのが好ましい。上式の下限を超えて $R$ が小さくなると研削加工で金型を加工できなくなるため、製造が困難なレンズとなる。逆に、 $R$ が上式の上限を超えた場合には円弧部の幅が広くなりすぎてレンズ性能を悪化させてしまう。好ましくは、

【0050】

【数18】

$$1.6\text{ mm} < R < 2.1\text{ mm} \quad \cdots (2)$$

【0051】

であることが望ましい。

【0052】

（数値実施例1）



図 3 は実際にレンズ形状を計算して得た本発明の単レンズの一例のトーリック面近傍の半径方向の拡大断面図である。図 3 において、横軸は光軸からの高さ  $h$  (mm)、縦軸は内周部の第 1 の非球面 1 0 4 と光軸との交点を原点とするサグ量  $z$  である。

【0 0 5 3】

内周部の第 1 の非球面 1 0 4 の非球面データは以下の通りである。

【0 0 5 4】

【表 1】

$$r = -1.682 \times 10^1$$

$$k = -7.90807 \times 10^1$$

$$A_3 = 2.605947654 \times 10^{-3}$$

$$A_4 = 1.054073967 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 6.605216379 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -4.966151680 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 8.362178008 \times 10^{-5}$$

【0 0 5 5】

また、外周部の第 2 の非球面 1 0 5 の非球面データは以下の通りである。

【0 0 5 6】

【表 2】

$$r = -1.682 \times 10^1$$

$$k = -4.10782 \times 10^1$$

$$A_3 = -2.083119392 \times 10^{-3}$$

$$A_4 = 7.583760761 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -2.145398325 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 3.23346325 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = -2.125916694 \times 10^{-5}$$

【0 0 5 7】

図 3 において、第 1 の非球面 1 0 4 の非球面曲線と、第 2 の非球面 1 0 5 の非球面曲線とをそれぞれ相手方方向に 2 点鎖線で示したように延長したとき、光軸

からの高さ  $h = 1.07 \text{ mm}$  の地点での両曲線の光軸方向の距離  $D$  は  $0.303 \mu\text{m}$  である。なお、本発明において、第 1 の非球面と第 2 の非球面との接続部における両面のこのような光軸方向距離を「接続部の段差」という。また、第 1 の非球面と第 2 の非球面とを光軸方向に所定の距離（すなわち段差）を設けて接続することを「段差を介して接続する」という。トーリック面 106 を形成する円弧の半径  $R$  は  $2 \text{ mm}$  であり、該円弧の中心点の座標は  $(h, z) = (1.006469, -2.026898)$  である。また、内外周の非球面 104, 105 を接続するトーリック面 106 の幅  $w$  は約  $34 \mu\text{m}$  である。

【0058】

このレンズを用いたときの、DVD 及び CD 再生時の収差（光路長差曲線：OPD）は図 4 のようになる。図 4 (a) は DVD 再生時の収差曲線であり、図 4 (b) は CD 再生時の収差曲線である。

【0059】

ここで、破線で示した曲線は、内外周の非球面 104, 105 を本実施の形態のようなトーリック面 106 で接続せずに、図 3 の 2 点鎖線で示したような段差を設けて接続した理想的な条件における収差曲線を示す。実線で示した本実施の形態では破線と比較してトーリック面の部分で収差曲線が変形するが、DVD 及び CD それぞれの再生には殆ど影響しない。

【0060】

（第 2 の実施形態）

図 5 は本発明のレンズ成型用金型の半径方向断面図である。本発明の金型 501 の成形面は、回転対称中心軸を中心とする同心円により 3 つの領域に分割されている。具体的には、回転対称中心軸を含む第 1 の非球面領域 504 と最も外側の第 3 の非球面領域 505 と、第 1 の非球面領域 504 と第 2 の非球面領域 505 に挟まれた、回転中心軸を回転中心とするトーリック面領域 506 とを有している。トーリック面 506 の半径方向断面における曲率半径  $R$  は、

【0061】

【数 19】

$$0.7 \text{ mm} < R < 2.5 \text{ mm} \quad \cdots (4)$$

【0062】

である。好ましくは、

【0063】

【数20】

$$1. 6 \text{ mm} < R < 2. 1 \text{ mm} \quad \dots (5)$$

【0064】

である。従って、上記の半径Rと同一又はこれより小さい半径の砥石を用いて研削加工することが可能である。従って、本発明の金型は、高融点のガラス材料を高圧成形することが可能な超硬合金（たとえばWCを主成分とする焼結体）を材料として用いることができる。

【0065】

また、加工した金型の形状は形状計測装置によって計測される。触針式の計測器を用いる場合には、計測器の触針（プローブ）の先端形状は計測される形状が有する最小の曲率半径未満の曲率半径を有する必要がある。すなわち、被計測形状がプローブ先端径よりも小さな曲面形状を有する場合には、その部分の計測結果がずれてしまい正しく計測できない。これを防ぐためには小径のプローブを用いればよいが、一般に小径のプローブは真円度が悪くなるため、特に傾斜面での形状計測精度が悪くなり好ましくない。上述の範囲のトーリック面を有する金型の場合には、先端曲率半径が $500 \mu\text{m}$ 程度のプローブで良好に計測できる。

【0066】

また、光学式の計測器を用いた場合には、内外周の非球面を図3の2点鎖線で示したように段差を形成させて接続した場合に比べて、トーリック面部分の形状の変化が波長オーダーで十分に滑らかなので、計測光の波面が連続的につながるため、この場合にも精度よく計測できる。

【0067】

(第3の実施形態)

ガラス材料を成形するための金型には、ガラスの融点以上の高温状態で加圧しても変形しないような耐熱性に優れた高硬度の材料（超硬合金）を用いる。超硬合金の加工はダイヤモンド砥石を用いた研削加工によって行われる。

【0068】

図6は本発明の第3の実施の形態にかかる金型加工法の概略図であり、図6（a）は正面方向断面図、図6（b）側面方向断面図である。

【0069】

被加工金型601は被加工金型の回転軸602を軸として回転し、砥石603は砥石の回転軸604を軸として回転する。砥石603は加工面形状を砥石の半径Rだけオフセットした曲線605に沿って移動し、金型表面にレンズ形状606を加工する。

【0070】

砥石603の半径Rを加工しようとするトーリック面の曲率半径と同一かこれより小さくすることにより、実施の形態2で説明した金型を加工することができる。特に、砥石603の半径Rを加工しようとするトーリック面の曲率半径の80%以上、更に90%以上、特に95%以上とすると、金型を効率よく加工できるので好ましい。

【0071】

砥石の軸607の径は図6（b）より明らかなように、加工するレンズのサグ、砥石の半径R、金型と砥石軸とのクリアランスによって制約を受け、Rが小径であったり、レンズのサグが大きい場合には軸径を細くする必要がある。砥石の軸が細くなると、たわみなどを起こす恐れがあり、加工精度を悪化させる。十分満足な軸径を確保するためには、サグ量の小さい面に段差加工を行いかつ、Rをレンズのサグに比べて十分大きくとる必要がある。

【0072】

【数21】

$$0.7\text{ mm} < R < 2.5\text{ mm} \quad \cdots (6)$$

【0073】

は良好にゾーン分割型のレンズ成型用金型を加工するための砥石半径Rの範囲であり、上式の下限を超えてRが小さくなると、砥石の軸径が細くなりすぎるため、加工面の形状精度が悪くなる。また、上式の上限を超えてRが大きくなると、トーリック面の接続領域が広くなり、成形されたレンズの収差が設計から大きく

ずれてしまう。砥石半径Rは、

【0074】

【数22】

$$1.6\text{ mm} < R < 2.1\text{ mm} \quad \dots (7)$$

【0075】

であることがより好ましい。この範囲内のときにトーリック面の幅を小さくすることと、砥石の軸径を強度が十分な太さに保つこととを良好に両立させることができる。

【0076】

(第4の実施形態)

図7は本発明の第4の実施の形態にかかる形状計測装置の構成図である。

【0077】

被検金型701はステージ702上に配置される。ステージ702はステージ制御装置703によって水平方向に移動する。触針704は被検金型701の表面に接触しながら垂直方向に移動するように触針制御装置705によって制御・保持される。

【0078】

ステージ制御装置703及び触針制御装置705はステージの水平座標Yとそれに対応する触針の垂直座標Zを演算装置706に転送する。YとZの組で構成される座標データ列が被検金型701の形状データ(測定データ)情報となる。ハードディスクドライブ装置(HDD)707には被検金型701の設計形状データが保存されており、演算装置706は、測定データと設計形状データとを比較して得られる加工誤差をディスプレイ708に表示する。また、キーボード709は、データの入力や、計測装置の操作に用いられる。

【0079】

本発明の計測装置においては、設計形状データとして内外周の回転対称非球面と、その接続面に相当する光軸を回転軸とするトーリック面を用いることができる。その為、加工されたレンズの形状を誤差なく計測することができる。

【0080】

具体的には、実施形態1にて示した単レンズ用の金型形状を計測する場合には、内周部の第1の非球面とトーリック面との境界部の光軸からの高さ  $h_1 = 1.06$ 、外周部の第2の非球面とトーリック面との境界部の光軸からの高さ  $h_2 = 1.094$  であるから、 $0 < h < 1.06$  の範囲は前記式(8)の非球面多項式に前記【表1】の係数を用いて形状を表現し、 $1.094 < h$  の領域は下記式

【0081】

【数23】

$$z = \frac{(1/r)^2 h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(1/r)^2 h^2}} + A_0 + \sum_j A_j h^j \quad \cdot \cdot (9)$$

【0082】

の非球面多項式に前記【表2】の係数を用いて表現する。ここで、式(9)の  $A_0$  係数は外周部の非球面を段差が適切となるように  $z$  軸方向に平行移動させる係数であり、この場合には  $0.303$  となる。また、 $1.06 < h < 1.094$  の範囲は、中心の座標が  $(h, z) = (1.006469, -2.026898)$  で半径が  $2\text{ mm}$  の円弧の方程式を用いて形状を表現する。このとき円弧形状は下記式(10)で表現される。

【0083】

【数24】

$$z = z_0 + \sqrt{R^2 - (h - h_0)^2} \quad \cdot \cdot (10)$$

【0084】

ここで、

$$h_0 = 1.006469$$

$$z_0 = -2.026898$$

である。

【0085】

なお、本実施の形態においては、触針式の形状計測装置を用いて説明したが、

これが、光学式の非接触の形状計測装置や、原子間力を利用した形状計測装置であっても同様の効果を有することはいうまでもない。

【0086】

(第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態にかかる光ピックアップ装置を説明する。

【0087】

図8は本発明の光ピックアップ装置の構成図である。

【0088】

801及び802はそれぞれDVD用及びCD用のレーザモジュールである。

DVD用のレーザモジュール801は波長660nmのレーザ光を、CD用のレーザモジュール802は波長780nmのレーザ光をそれぞれ射出する半導体レーザと、それぞれのディスクからの反射光を受光する受光素子とからなっている。

【0089】

DVDの再生時には、DVDモジュール801からの射出光束はビームスプリッタ803を透過し、コリメートレンズ804によって略平行光束に変換され、本発明の対物レンズ805に入射する。本発明の対物レンズ805はDVD806の情報記録面に集光スポットを結像する。DVD806からの反射光は本発明の対物レンズ805によって略平行光束となった後、コリメートレンズ804によって収束光束に変換される。その後、ビームスプリッタ803を透過しDVDモジュール801の受光部分に集光される。

【0090】

次にCDの再生時の動作を説明する。CD用モジュール802からの射出光束はビームスプリッタ803により反射された後にコリメートレンズ804により略平行光束に変換され、本発明の対物レンズ805に入射する。本発明の対物レンズ805はCD807の情報記録面に集光スポットを結像する。CD807からの反射光は本発明の対物レンズ805によって略平行光束となった後、コリメートレンズ804によって収束光束に変換され、ビームスプリッタ803によって反射されCDモジュール802の受光部分に集光される。

## 【0091】

ここで、対物レンズ805には本発明のガラス製単レンズを用いるため温度変化による対物レンズの収差の変動が十分に小さい。そのため、車載用などのように広い温度範囲で動作を保証する必要がある場合にも良好な性能を発揮できる。

## 【0092】

## 【発明の効果】

本発明の単レンズは鋭利な段差を有する従来のゾーン分割型対物レンズに比べて各種の利点を有する、すなわち、従来の単レンズは鋭利な段差を有していたため、ダイヤモンドバイトを用いて金型を加工せねばならず、結果として、成形できる材料が限定されていたが、本発明の単レンズは段差部分を光軸を回転中心軸とするトーリック面にて構成しているため、金型を砥石で加工することが可能で、高温高圧成形が必用なガラス材料を用いてレンズを構成することができる。

## 【0093】

また、本発明のレンズ成型用金型は、段差部分を光軸を回転中心軸とするトーリック面で構成しているため、従来のゾーン分割レンズ用金型に比べて各種の利点を有する。すなわち、砥石を用いた研削加工による製造が可能であり、ガラス材料の成形により適した超硬素材を型材料として用いることができる。また、有効径内に頂点曲率半径の小さな起伏を有さないため、形状計測時にも $500\mu\text{m}$ 程度の先端曲率半径のプロープで計測することが可能で、高精度に計測できる。

## 【0094】

また、本発明の金型の加工方法は、ダイヤモンド砥石を用いた研削加工であるため、超硬合金を材料としたゾーン分割型のレンズ用金型を製造することが可能である。

## 【0095】

また、本発明の形状計測装置は、レンズ形状の設計式として内周部非球面と、外周部非球面と、その中間領域の光軸を回転中心軸とするトーリック面との3つを用いて1つの面形状を表現することが可能であるため、従来の形状評価装置に比べて各種の利点を有する。すなわち、面形状を高次の多項式を用いてフィッティングした場合には必ずフィッティング誤差が発生し、特に段差形状を有する場合



には段差の前後でフィッティング結果が振動する為誤差が大きくなり測定精度が低下するが、本発明の形状計測装置によれば、設計形状に忠実に計測することが可能で結果として測定精度を大きく向上させることができる。

#### 【0096】

また、本発明の光ピックアップ装置は、本発明の単レンズを用いているため従来のゾーン分割型レンズを用いた光ピックアップ装置に比べて下記の利点を有する。すなわち、本発明の単レンズは、温度変化による収差劣化が少ないガラス材料を用いたレンズであるため、例えば車載環境のような広い温度条件で動作保証が必用なピックアップ装置を構成することが可能である。また、上述のように、本発明の単レンズは従来のレンズに比べて金型の生産コストを低くすることが可能な上に、金型の寿命も長くなることが予想され、結果としてレンズの生産コストを低下させることが可能である。これは、ピックアップ装置の生産コストを低減できることとなる。

#### 【0097】

なお、本明細においては、DVD/CD互換レンズとして、内周非球面と外周非球面の2つのゾーンに分割設計する形式の単レンズを対象としたが、単レンズを3つ以上のゾーンに分割する設計であっても、各ゾーン間の段差部を光軸を回転対称軸とするトーリック面で接続することによって上記と同様の本発明の効果が得られることはいうまでもない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の単レンズの概略航路図

【図2】 図1の単レンズのA部の半径方向拡大断面図

【図3】 数値実施例1にかかる単レンズのトーリック面近傍の形状を示した拡大断面図

【図4】 数値実施例1の単レンズの収差曲線

【図5】 本発明のレンズ成型用金型の概略断面図

【図6】 本発明のレンズ成型用金型の研削加工方法を示した概略図

【図7】 本発明の形状計測装置の概略構成図

【図8】 本発明の光ピックアップ装置の概略構成図

【符号の説明】

- 101 単レンズ
- 102 光ディスク媒体
- 103 光束
- 104、504 内周非球面領域（第1の領域）
- 105、505 外周非球面領域（第2の領域）
- 106、506 トーリック面領域（第3の領域）
- 107 光軸
- 501 レンズ成型用金型
- 601 被加工金型
- 602 被加工金型の回転軸
- 603 砥石
- 604 砥石の回転軸
- 605 砥石の移動する曲線
- 606 加工されたレンズ面
- 607 砥石の軸
- 701 被検金型
- 702 ステージ
- 703 ステージ制御装置
- 704 触針
- 705 触針制御装置
- 706 演算装置
- 707 ハードディスクドライブ装置
- 708 ディスプレイ装置
- 709 キーボード
- 801 DVD用レーザモジュール
- 802 CD用レーザモジュール
- 803 ビームスプリッタ
- 804 コリメートレンズ

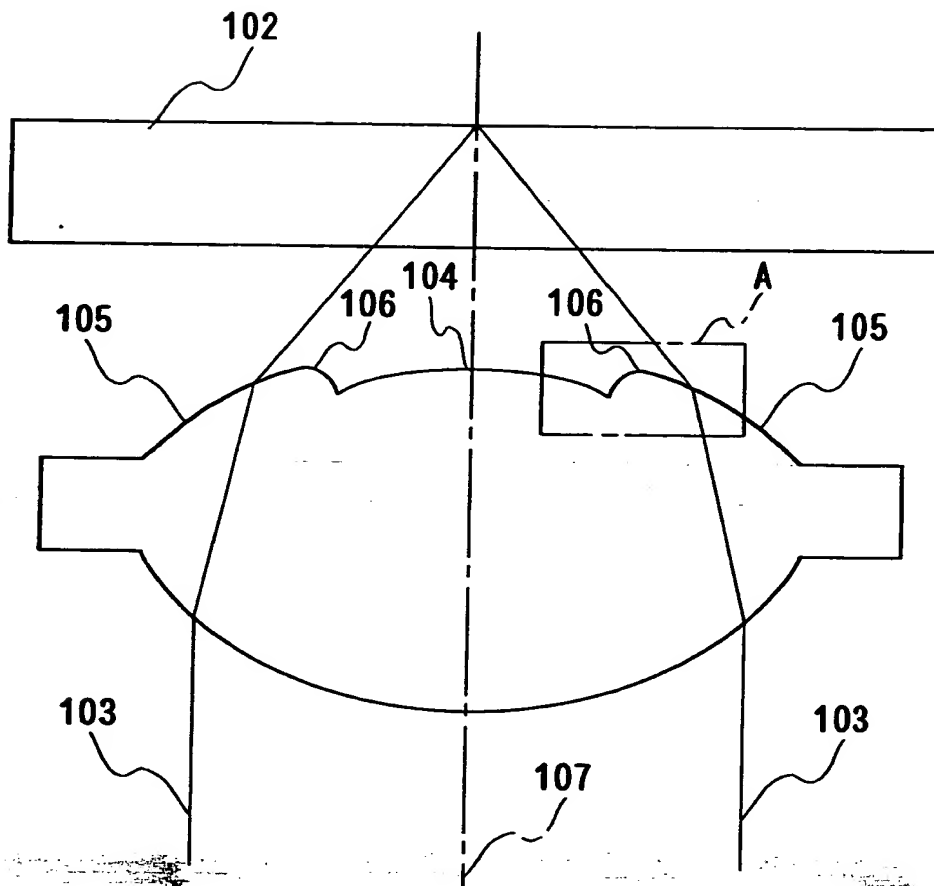
805 対物レンズ

806 DVD

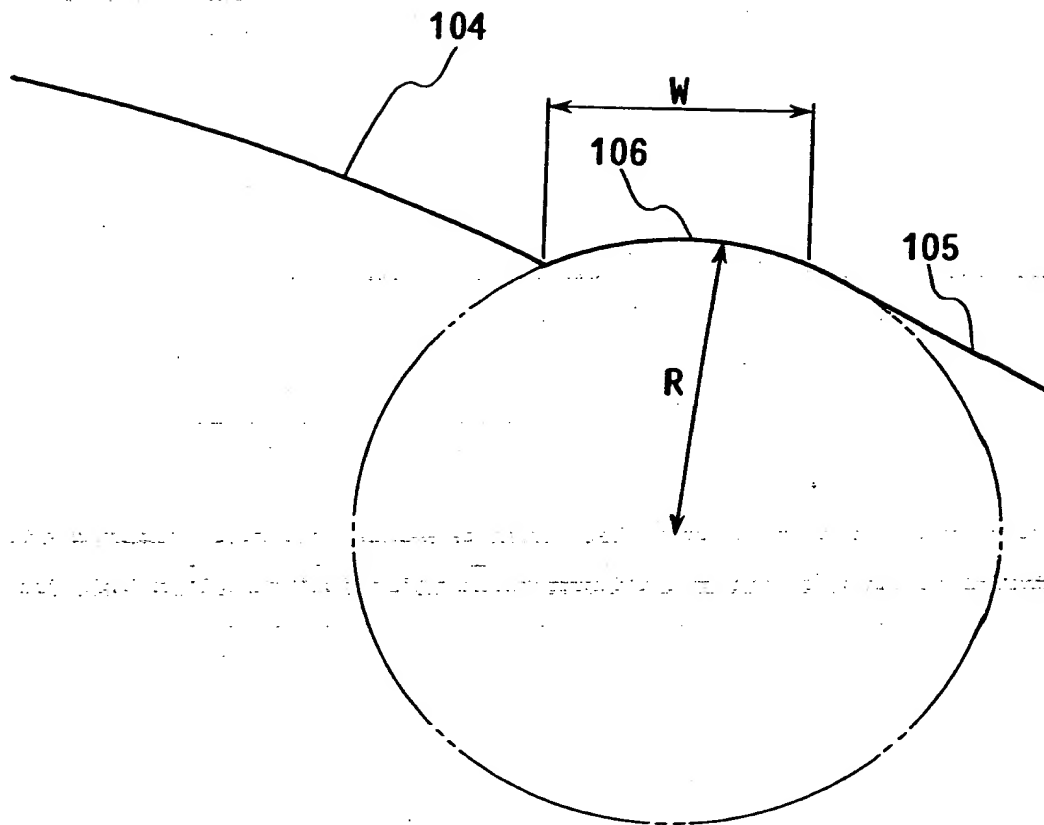
807 CD

【書類名】 図面

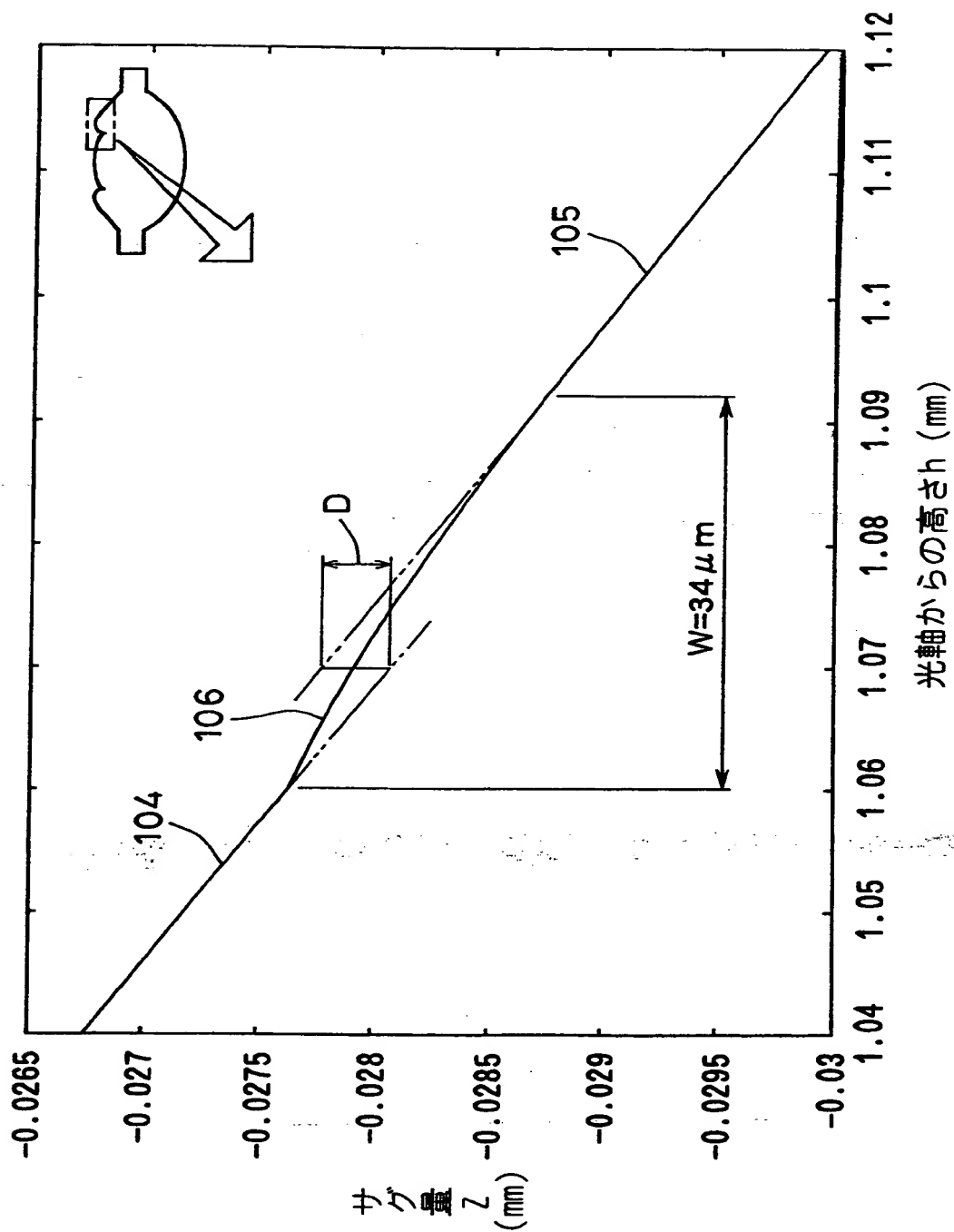
【図 1】



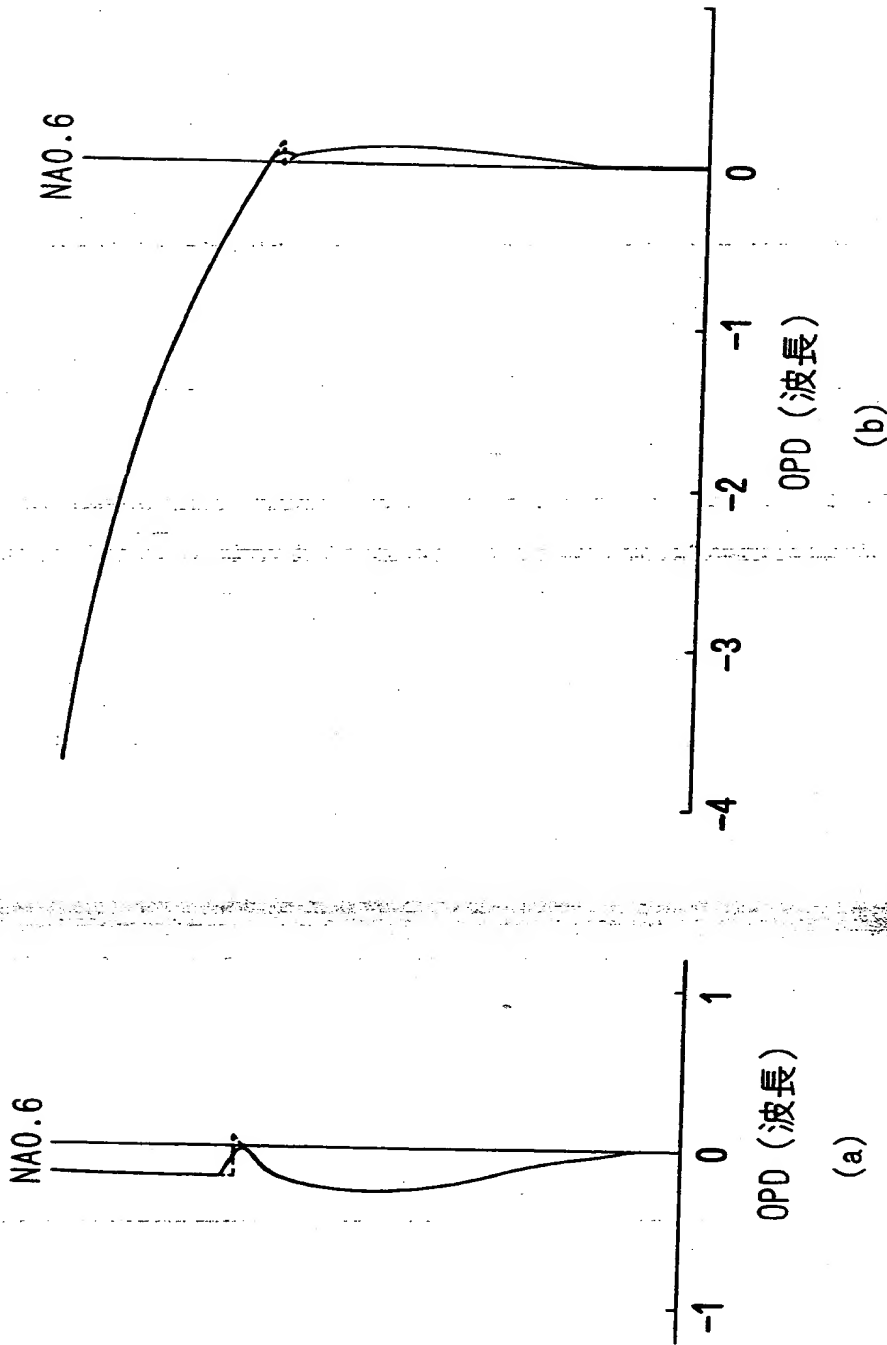
【図 2】



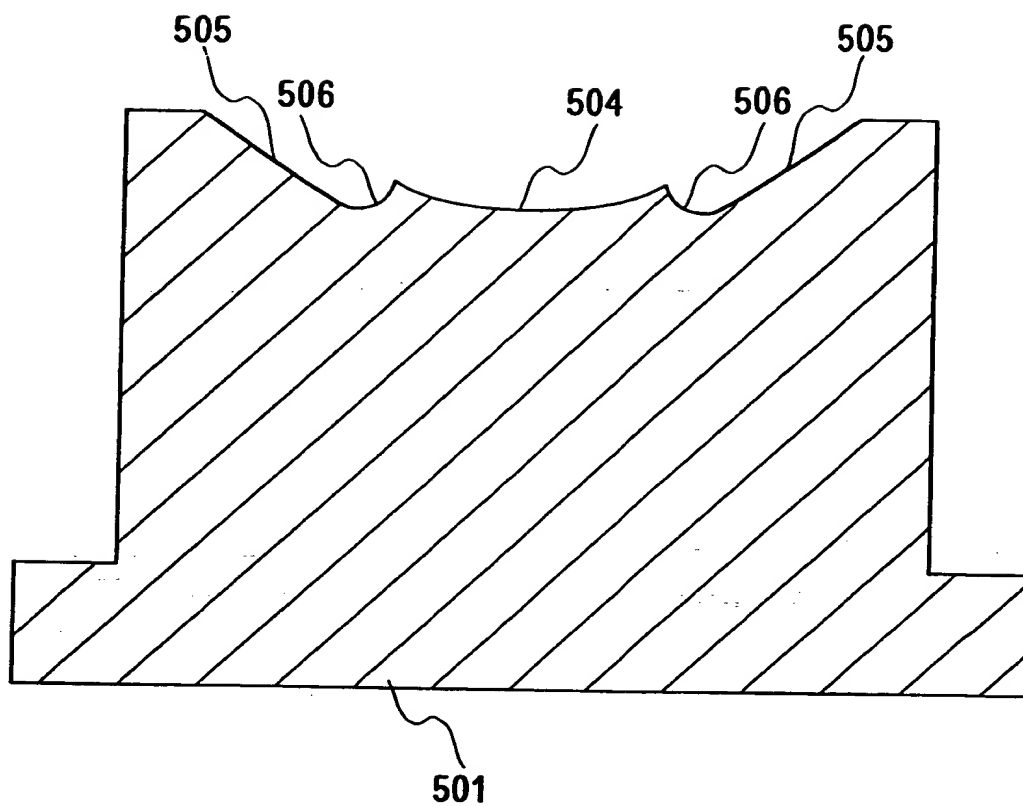
【図 3】



【図 4】

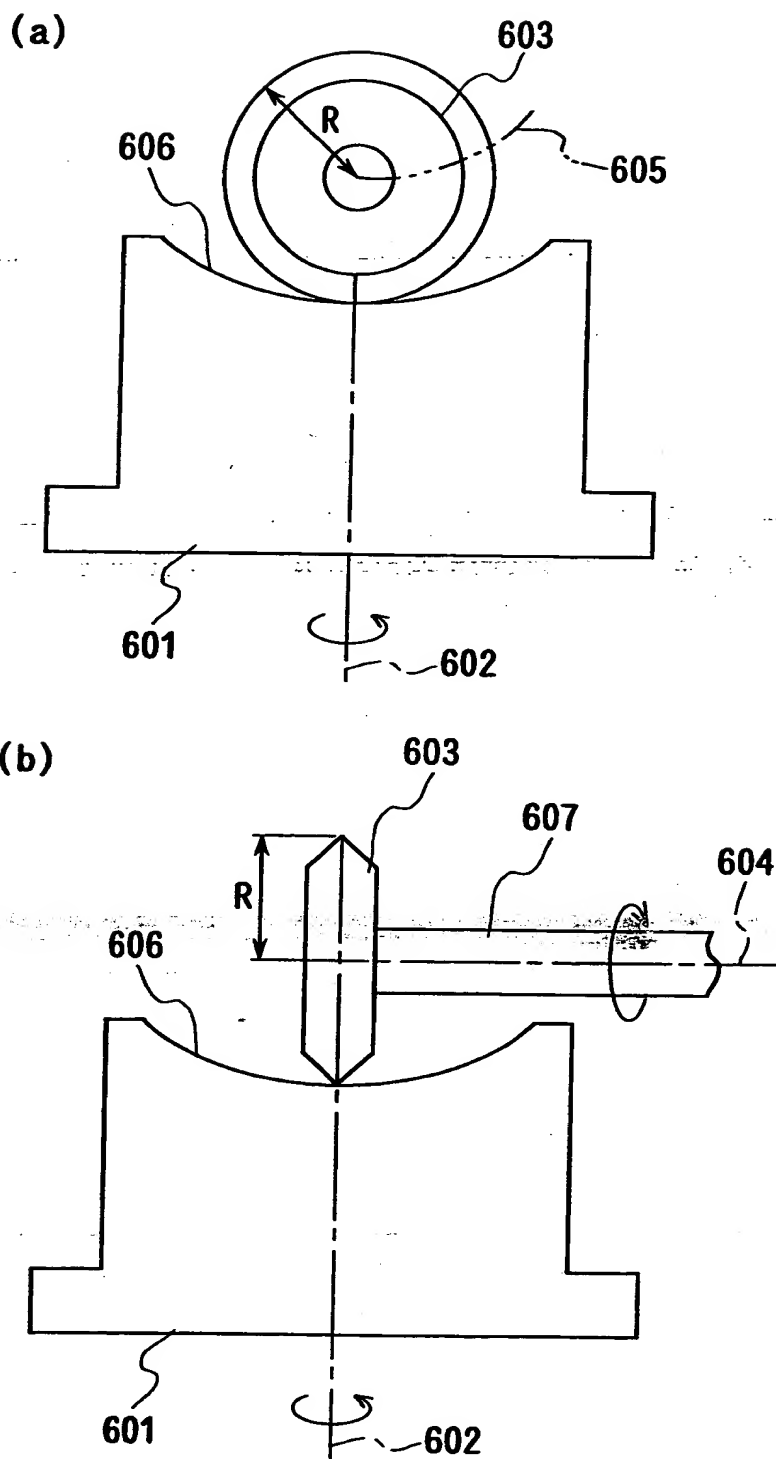


【図 5】

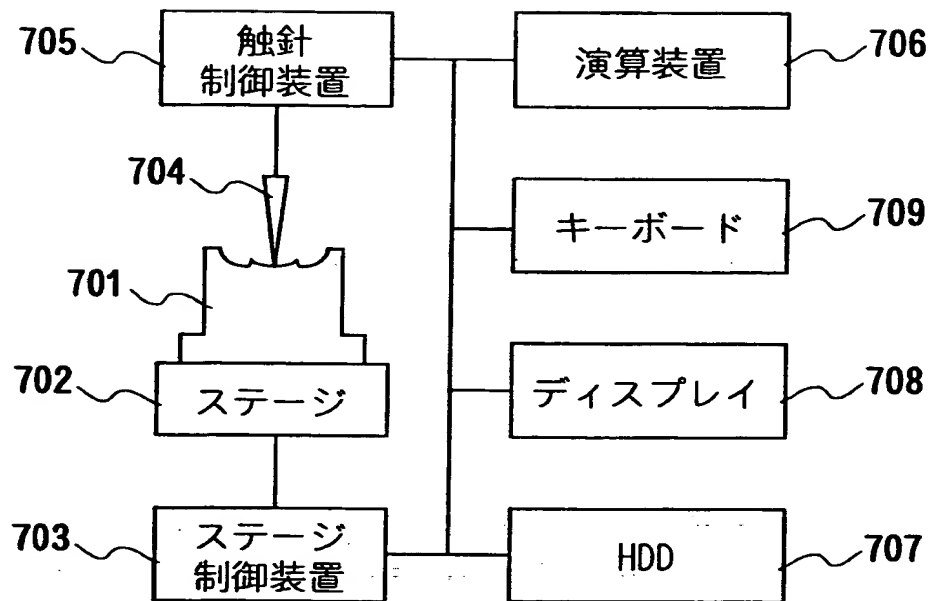




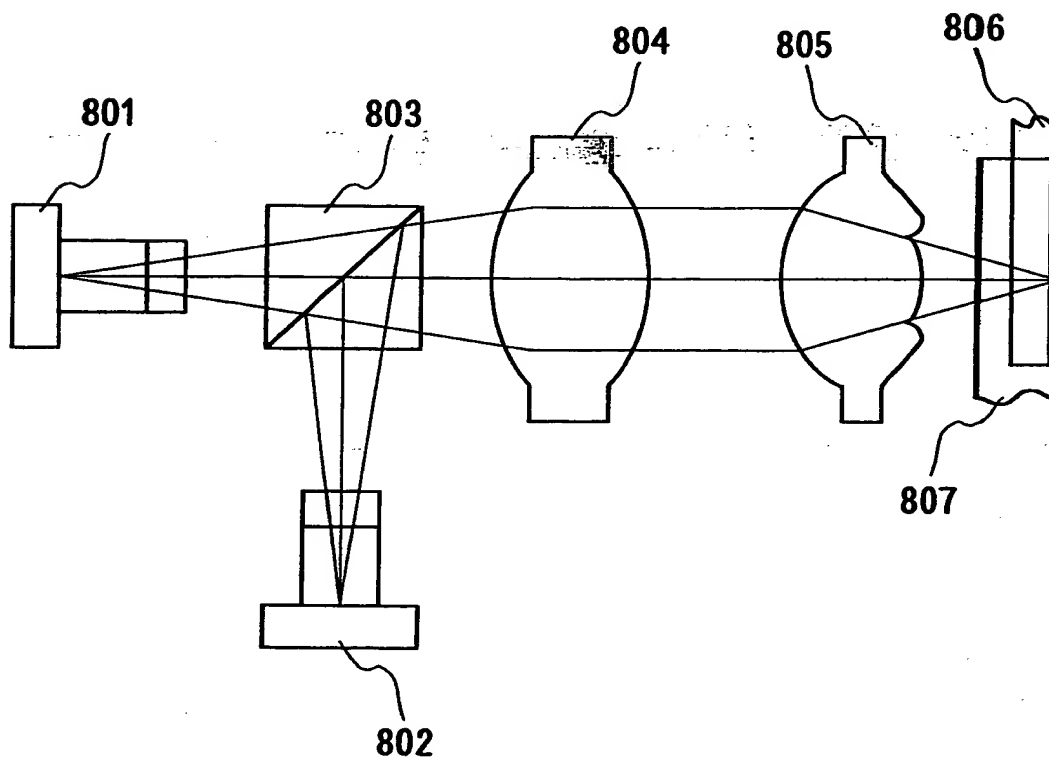
【图 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 DVDとCDを良好に再生するためのガラス製対物レンズを提供する。

【解決手段】 ガラス製単レンズ101の少なくとも1つの面を光軸を中心とする同心円により、光軸を含む第1の非球面領域104と、最も外部にある第2の非球面領域105と、第1領域104と第2領域105との間の、光軸を回転中心軸とするトーリック面領域106とに分割する。ガラス製レンズであるため環境特性に優れる。また、成型用金型を砥石で研削加工により製造できるので高温高圧下でのガラス成形に適した超硬合金を型素材として用いることが出来る。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社